

Quínoa: Un súper alimento para Chile y el mundo



Nº 108 / Noviembre - Diciembre 2015 ISSN 0717-1609 www.inia.cl

Origen e historia del
cultivo de la quínoa en
Chile y el mundo

Programa de mejoramiento
genético de quínoa:
la nueva apuesta de INIA

Representante Legal:

Julio Kalazich B.
Director Nacional INIA

Director:

Luis Opazo R.
Jefe Nacional de
Comunicaciones INIA

Editora:

Andrea Romero G.
Periodista INIA

Editores Científicos

Pedro León L.
Andrés Zurita S.

Comité Técnico:

Iván Matus T.
Subdirector Nacional de I+D INIA

Horacio López T.
Secretario Técnico INIA

**Coordinadores Programas
Nacionales de INIA:**

Carlos Ovalle M.
Christian Hepp K.
Gabriel Sellés V.
Francisco Tapia F.
Fernando Ortega K.

Textos y Fotografías:

Investigadores, Autores y Archivo
Comunicadores de INIA.

Diseño:

Carola Esquivel
Viento Sur Comunicaciones



Noviembre - Diciembre 2015.

Publicación digital del Instituto
de Investigaciones Agropecuarias
(INIA), Ministerio de Agricultura,
Chile.

Dirección: Fidel Oteiza N° 1956,
Piso 12, Providencia, Santiago.
Fono: +56 2 2 5771000.

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN
TOTAL O PARCIAL SIN LA
AUTORIZACIÓN DEL INIA. LA
MENCIÓN DE PRODUCTOS NO
IMPLICA RECOMENDACIÓN INIA

EDITORIAL



La quínoa representa una oportunidad para poner en práctica nuestros objetivos institucionales. Hace pocos años, este cultivo estaba olvidado y casi en abandono, sólo conservado por la sabiduría ancestral de los pueblos originarios, en una tradición de subsistencia de la Agricultura Familiar.

Junto a pequeñas comunidades agrícolas del norte y la zona centro-sur, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha articulado un trabajo inclusivo, con fuerte protagonismo de la mujer, para contar con la primera colección de 203 ecotipos chilenos de quínoa, que se conserva en el Banco Base

de Semillas de INIA en Vicuña. También fueron repatriadas algunas quínoas chilenas.

Después de la recuperación de este patrimonio, estamos avanzando en su mejoramiento genético para lograr variedades que nos permitan proyectarnos en el mercado nacional y mundial, pensando en un desarrollo inclusivo y sustentable para Chile. Por eso, como siempre, este trabajo lo estamos realizando en conjunto con las comunidades, las agricultoras y los agricultores que por años han sembrado este cultivo.

La colaboración está permitiendo definir técnicamente protocolos de cultivo para las distintas zonas del país, pues una de las fortalezas de la genética chilena de la quínoa es que ha logrado sustentabilidad no sólo en el altiplano, sino en el centro-sur, de la mano del pueblo Mapuche.

Aunque persisten tareas pendientes, la quínoa es un producto estratégico, al que las Naciones Unidas dedicó el Año Internacional en 2013 por su relevancia para la seguridad alimentaria del planeta, en un escenario de creciente demanda de alimentos saludables y con el cambio climático y la escasez hídrica como telón de fondo.

Los organismos internacionales, la industria de los alimentos y la medicina han vuelto su mirada a la quínoa, también requerida en las mesas gourmet y por los exigentes consumidores de productos "orgánicos", quienes la han incorporado a sus innovadoras redes de comercialización. Demanda que aumenta cada año, con buenos precios internacionales para un grano por cuya conservación debemos agradecer a los pueblos originarios y su relación ancestral con la naturaleza. Sin duda, un producto que como institución y Ministerio de Agricultura vamos a potenciar y desarrollar.

Julio Kalazich B.
Director Nacional INIA

ÍNDICE



4-9

El rescate de la quínoa en Chile



10-13

Quínoa: un cultivo aliado en la erradicación del hambre



14-17

Origen de la quínoa e historia de su domesticación



18-21

Dinámica de la expansión mundial de la quínoa



22-27

El aporte de comunidades indígenas y locales a la conservación de la quínoa



28-33

INIA: hacia la conformación de una colección nacional de quínoa



34-37

Diversidad genética de la quínoa en Chile



38-41

Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa: la nueva apuesta de INIA



42-47

Sequía, frío y salinidad: respuesta de la quínoa al desafío ambiental



48-51

Avances en el manejo agronómico del cultivo de quínoa en Chile



52-55

Procesamiento y manejo de post-cosecha del grano de quínoa



56-61

Diversidad de los cultivos de quínoa en Chile



62-67

Quínoa: oportunidad y desafío para la agricultura familiar campesina en Chile



68-73

¿Es rentable la producción de quínoa en Chile?



74-78

Mercado real y potencial de la quínoa en Chile

79-81 Referencias de los autores

82-83 Glosario

Diversidad de los cultivos de quínoa en Chile

Didier Bazile

Agroecólogo y Geógrafo, Investigador CIRAD, Experto invitado FAO ¹
didier.bazile@fao.org

Eduardo Chia

Dr. HDR en Economía y Gestión, Director de Investigaciones INRA
CIRAD/INRA Montpellier, Francia;
eduardo.chia@cirad.fr

Pablo Olguín

Geógrafo de la PUCV, Valparaíso, Chile;
pablo.olguinm@gmail.com



Parcela de quínoa entre
Pichilemu y Paredones.

LA PRODUCCIÓN DE QUÍNOA CHILENA HA CRECIDO MUCHO EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, PARA LLEGAR A CASI 1.500 HECTÁREAS EN 2007. SU ÁREA DE DISTRIBUCIÓN SE EXTIENDE A LO LARGO DEL PAÍS DESDE EL ALTIPLANO HACIA LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CON CONDICIONES AMBIENTALES DIVERSAS. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN SON MUY VARIADOS, Y SIEMPRE VALORIZAN LAS PRÁCTICAS DE UNA AGRICULTURA FAMILIAR Y/O COMUNITARIA.

La quínoa es cultivada desde hace cinco mil años en los Andes Cordilleranos. El auge internacional que hoy posee, gracias a la difusión de los conocimientos sobre sus propiedades nutritivas y al crecimiento de la demanda de productos alimenticios en los países del norte, tiene repercusiones en los países andinos. Desde 1999 en Chile, los proyectos de desarrollo de la quínoa responden al «boom» mundial.

La producción de quínoa chilena experimentó un crecimiento importante entre 1997 y 2007. Las superficies cultivadas (censadas) han pasado de 176 hectáreas (VI Censo Agropecuario INE, 1997) a 1.428 ha (VII Censo Agropecuario INE, 2007).

Numerosas publicaciones relativas a la quínoa chilena afirman que el mercado nacional está en pleno crecimiento. Sin embargo, es extremadamente difícil encontrar justificaciones que respalden esta afirmación. Se dice que el autoconsumo sigue teniendo un lugar muy importante en la utilización de la quínoa y que la venta pasa frecuentemente por mercados informales. No obstante, nuestras encuestas muestran que los agricultores venden una parte cada vez más importante de su producción, a pesar de las marcadas diferencias regionales: >25% de la producción en el caso de los agricultores del sur, >50% en el norte y >85%

en el centro. Pese al crecimiento del número de productores, de la producción y de consumidores, no existen en Chile políticas públicas específicas para fomentar y/o intensificar la producción de la quínoa para la exportación, o apoyar el desarrollo regional.

La quínoa en Chile es producida en tres macro zonas (Figura 1): la zona norte (regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta), la zona centro (regiones de O'Higgins y Maule) y la zona sur (centrada en la región de La Araucanía, pero también hay quínoa en las regiones del Biobío, Los Ríos, Los Lagos y Aysén). Debido a esto, los sistemas de producción son muy diversos.

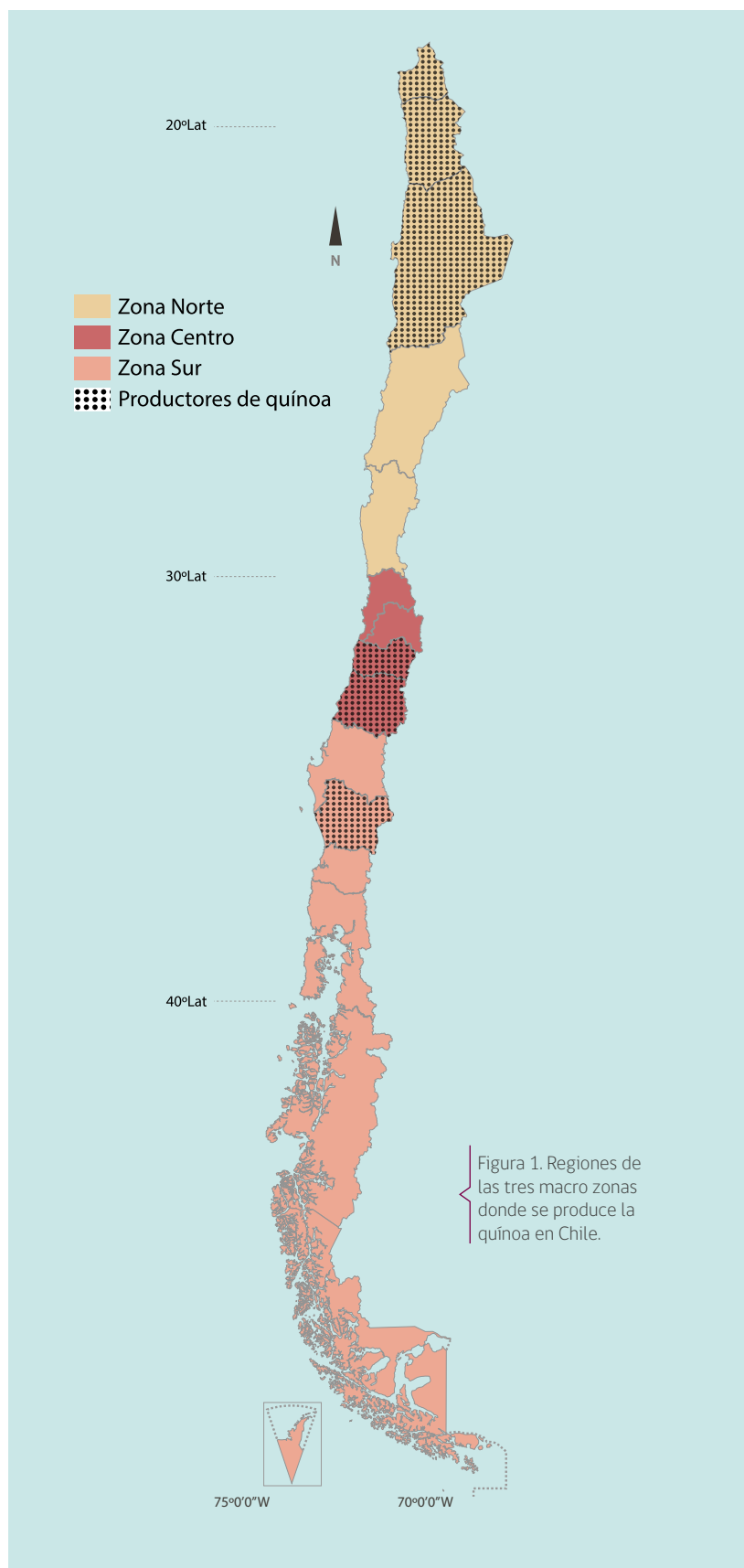
CARACTERÍSTICAS BIOCLIMÁTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE QUÍNOA

En el altiplano las zonas cultivadas con quínoa tienen influencia tropical, pero se limitan a espacios de altura ("puna"). La quínoa se encuentra de manera exclusiva en el altiplano, en zonas ubicadas a alturas variables entre 3.000 a 4.000 msnm. La altura es un factor que interfiere en la variable temperatura, donde las medias de ésta no sobrepasan los 5° C, con una gran amplitud térmica entre el día y la noche. La pluviometría corresponde a un promedio de 120 mm. Las precipitaciones más importantes ocurren en las tardes de verano. En algunos sectores del

altiplano norte se puede superar los 400 mm al año, sin embargo, éstas disminuyen progresivamente hacia el sur. El altiplano es conocido como desierto marginal de altura con sequías y heladas importantes (200 días con heladas).

En la zona central de Chile, de clima tipo mediterráneo, con un gradiente progresivo de humedad de norte a sur, la orientación del relieve influye en la distribución de las precipitaciones, observándose que aumentan en las laderas occidentales de ambas cordilleras en relación a sus áreas contiguas.

Un clima con nubosidad se encuentra en el sector costero de la parte norte de la segunda macro zona de quínoa, abarcando las planicies litorales y la ladera occidental de la Cordillera de la Costa, actuando esta última como biombo climático, que limita la nubosidad que va en dirección frontal. El clima está determinado por la cercanía del mar, que modera las temperaturas y produce una gran humedad que se manifiesta en gran cantidad de días nublados. Las precipitaciones anuales se concentran en invierno y varían entre algo más de 500 mm (región de O'Higgins) en la parte norte hasta casi 800 mm en el sector sur (región del Maule). Entre los meses de mayo y agosto cae alrededor del 80% de las precipitaciones anuales. Los meses de octubre a abril presentan menos de 40 mm de agua caída, definiendo así una estación seca



que dura 7 meses. La mayoría de las parcelas de quinoa de la macro zona centro se ubican cerca de la costa entre Pichilemu e Iloca, hasta unos 35 kilómetros al interior, bajo este clima.

En la zona sur de Chile, la producción de quinoa se presenta bajo características climáticas de dos tipos. Un primer clima registra un régimen pluviométrico que alcanza valores promedios anuales de hasta 2.000 mm de precipitaciones, con sus valores máximos en los meses de invierno y una disminución en los meses estivales. Las amplitudes térmicas son de características moderadas en aquellas zonas ubicadas más hacia la costa, aumentando a medida que nos acercamos a aquellas zonas ubicadas en el sector cordillerano. Otro tipo de clima que se observa en la zona sur, corresponde a un clima más austral sin estación seca marcada. Las características pluviométricas presentan registros casi continuos durante todo el año. Las temperaturas registran amplitudes moderadas entre el día y la noche, alcanzando valores de hasta los 5°C y registros medios anuales de casi 12°C. El clima templado cálido con estación seca corta (menos de 4 meses) se presenta en la zona intermedia de la región, ubicada en la parte norte de esta macro zona hasta las proximidades de los 39° S. A medida que se avanza hacia el sur las temperaturas disminuyen progresivamente. El régimen de lluvias presenta valores altos y homogéneos a lo largo de todo el año, con una ligera disminución en primavera.

UN CULTIVO ÚNICO EN LOS SISTEMAS ALTIPLÁNICOS

Las posibilidades productivas son restringidas para la población presente, de origen aymara y organizada en comunidades (*ayllus*), lo que explica la presencia

ancestral y el mantenimiento de la quínoa como cultivo principal junto a la papa y maíz en pequeños sectores. El sistema de producción de la zona está basado en estos dos productos, y la ganadería de camélidos (llamas y alpacas) desde tiempos ancestrales. Los trabajos agrícolas son realizados de manera comunitaria "ayne". El intercambio de productos con comunidades de otros pisos agroecológicos, como hortalizas en la precordillera, completa la estrategia alimentaria tradicional.

La quínoa sigue todavía siendo un cultivo con un manejo agroeconómico ancestral caracterizado por la ausencia de fertilización química, control de plagas y enfermedades, bajo nivel de mecanización en todo el proceso productivo, no existiendo tampoco selección de cultivares. En este marco productivo, las Cooperativas QuínoaCoop de Ancovinto y Juirá Marka en Colchane están tratando de producir una quínoa bajo un sello orgánico para lograr exportar. La quínoa juega un rol predominante en el patrimonio agrícola aymara, no obstante, las mayores superficies con quínoa son sólo de 3,6 hectáreas por agricultor en Colchane, 1 hectárea en Cancosa y menos de 0,25 hectáreas en Socaire, más hacia el Altiplano sur (cerca de San Pedro

de Atacama). La preparación del suelo se realiza entre noviembre, diciembre y enero cuando existe rotación de cultivo, extendiéndose hasta agosto en algunos casos. La siembra se efectúa en el mes de agosto, con una concentración de esta actividad en septiembre. La siembra de quínoa, tradicionalmente a mano, se ejecuta a una cierta profundidad (a veces hasta 30 cm) en hoyos. Esto sirve para proteger las plantas del viento frío y las heladas y, también para aprovechar la humedad del suelo hasta que las lluvias se inician, para sostener el desarrollo de las plantas. La cosecha es temprana en Socaire (enero-marzo), comparativamente con zonas como Colchane (mayor concentración en abril-mayo).

Por otro lado, los suelos recuperan su fertilidad gracias a la rotación de parcelas y a la complementariedad con la cría de llamas. Éstas también se alimentan de los residuos vegetales de la planta de quínoa, y aportan abono orgánico durante los años de barbecho. Pero estos últimos años, los agricultores quieren evitar la entrada de los animales en las parcelas quemando los residuos vegetales.

Una de las prácticas más comunes es la utilización de una gran diversidad de tipos de quínoa, según la exposición relativa de las

parcelas al frío y a las heladas. La quínoa se diferencia en esta zona, primero por el color de los granos, después por tamaños de las plantas y de las panojas. En conclusión, aunque los agricultores poseen un amplio conocimiento de los tipos de quínoa, ninguno de los agricultores posee todos los tipos ni conoce toda la diversidad.

Para una mejor gestión de la biodiversidad agrícola es necesario compartir los saberes tradicionales para evitar el riesgo consecuente de provocar una erosión genética y pérdida de germoplasma. No obstante, la existencia de la quínoa puede verse comprometida, ya que los agricultores de la zona tienen una edad avanzada (los abuelos tienen más de 60 años) y sólo disponen de la mano de obra familiar en momentos puntuales (cosecha y siembra). Esta situación se agrava, ya que sólo un 25% de los jóvenes se queda actualmente en la comuna. Existe una importante migración hacia las ciudades cercanas de Iquique y Arica, lo cual va en aumento. Esto conlleva a que la disponibilidad de mano de obra sea baja, y a que las costumbres locales y la estructura tradicional de comunidad indígena que mantienen sistemas, prácticas y variedades campesinas, evolucione.

SISTEMAS DE CULTIVOS DEL SECANO COSTERO

La quínoa sigue cultivándose en algunas zonas del secano costero de las regiones de O'Higgins y del Maule. A pesar de haber sufrido una reducción importante de superficie en las últimas décadas, debido al aumento de plantaciones forestales, algunos agricultores han mantenido este cultivo como tradición familiar en una zona donde los cultivos principales son: trigo, maíz, cebada, papa y legumbres. La superficie destinada a la quínoa puede ir desde unas filas



Quínoa altiplánica, Cariquima.

hasta parcelas de 10 hectáreas. Los agricultores que siembran superficies grandes son dueños de su tierra, el resto arrienda la mayoría de las tierras bajo convenios en los que pagan un porcentaje de su producción (mediería). Éstos pueden también trabajar fuera de sus explotaciones (empresas, actividad forestal, industrias agrícolas, etc.) para completar sus ingresos. Se trata, en su mayoría, de agricultores de edad avanzada (promedio 65 años).

la existencia de varios caminos de selección de semillas por parte de grupos aislados de agricultores de la zona. Considerando la repartición de las siembras y su impacto en la distribución de las cosechas, se pudo plantear la hipótesis de la presencia de un tipo particular de quínoa, con un alto coeficiente de foto-período al lado de otros tipos menos sensibles a la duración del día o sólo sensible a las temperaturas para su desarrollo. Los distintos manejos de los sistemas

la quínoa en el sur del país es reducida. Su explotación se encuentra bajo un enfoque de agro-biodiversidad, y de manera general cultivada por las mujeres campesinas en pequeños huertos próximos a sus casas, junto con hortalizas, como ha sido costumbre en la zona, en pequeñas superficies (normalmente de 100 a 2.000 m²). Estas superficies nunca figuran en el Censo Agropecuario Nacional de Chile, lo que explicaría el desconocimiento del cultivo en

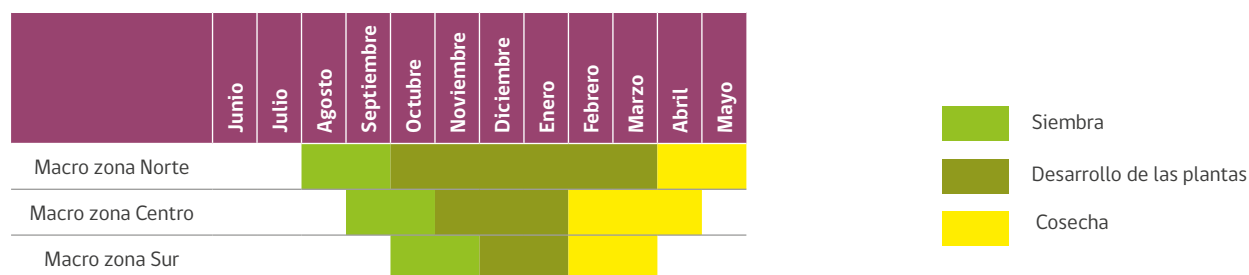


Figura 2: Características generales de los ciclos vegetativos de la quínoa en las distintas macro zonas de producción en Chile.

En la comuna de Paredones se encuentra el porcentaje más bajo de cultivo de quínoa por explotación (35%), con respecto a las comunas de Pichilemu (60%) y Pumanque (50%). En esta zona la preparación de la tierra se realiza a partir de agosto hasta noviembre. La siembra se realiza entre octubre y noviembre y la cosecha se concentra en los meses de febrero y abril.

Para los productores de todas las zonas de la macro-región centro existe sólo un tipo de quínoa: "blanca"; sin embargo, señalan distintos sinónimos (blanca, dorada, amarilla). Este resultado nos llevó a realizar un análisis más fino a partir de las prácticas agrícolas desde la siembra hasta la cosecha, validando de esta forma la hipótesis de

de cultivos y sistemas de producción por parte de los campesinos, han generado una alta diversidad genética de la quínoa que se mantiene por sus prácticas en los sistemas productivos con la quínoa. Esta diversidad genética se refleja en aspectos agro-morfológicos de las plantas (color, tamaño, ciclo, etc.) Pero la importancia reciente de la venta de semillas en la zona puede repercutir en la pérdida de esta diversidad de semillas, homogeneizándola en toda la zona para responder a la solicitud prove-niente del mercado.

LA TRADICIÓN DE SEMBRAR LA QUÍNOA EN LOS HUERTOS POR LAS MUJERES MAPUCHES.

Actualmente la presencia de

el sur. La quínoa mapuche siempre se siembra en corrales o con abundante guano de corral. Esta característica no es común en otras regiones, donde la quínoa está considerada como un cultivo que no necesita ningún fertilizante para crecer, ni tampoco agroquímicos ni pesticidas. En los huertos, la quínoa acompaña al maíz, al poroto y papas, protegiendo a estas últimas del fuerte sol en verano. La diferencia más relevante entre la quínoa altiplánica y la *kinwa* o *dawe* en lengua mapuche, es que esta última se produce en zonas con mayores precipitaciones y menores alturas sobre el nivel del mar. Esto genera un manejo totalmente distinto, especialmente en la densidad y la profundidad de siembra por la escasa fertilidad y humedad como



Andenes de quínoa, Cancosa.

en el caso altiplánico.

Para captar esta variabilidad en la quínoa del sur de Chile, se han desarrollado descriptores específicos de interés para la caracterización de las variedades campesinas y entre esos, algunos como color de panoja, color grano, días entre siembra-cosecha, tamaño de grano y número de semillas por gramo, densidad de panoja, valor nutritivo y aptitud de uso, etc. La fenología del cultivo aparece como el principal criterio que permite clasificar los tipos de quínoa entre precoces, semi-tardías y tardías. De esta manera, los tipos de quínoa que presentan entre 68 y 80 días entre la siembra y la floración (130-150 hasta la cosecha), son los que corresponden a los tipos precoces en relación a los tipos andinos.

CONCLUSIÓN

La explosión a partir de los años '90 de la demanda de quínoa en el hemisferio norte, ha despertado en Chile un cierto interés por su


producción y su transformación, lo que se ha traducido en un aumento de proyectos, cuyos objetivos son la organización y el desarrollo de la cadena de valor de la quínoa chilena, tratando de aumentar la exportación y en menor medida el consumo nacional. Otros actores se interesan en este cultivo por sus cualidades alimentarias y por el lugar que tiene en su cultura, como es el caso de los mapuches al sur y de los aymaras al norte.

Las políticas agrícolas chilenas han privilegiado desde hace más de 30 años, el apoyo a los productores orientados a la exportación, lo que globalmente coincide con un apoyo a las explotaciones agrícolas de tamaño mediano a grande y con importantes inversiones. Los pequeños agricultores, incluyendo los productores de la quínoa, se benefician solamente de políticas generales de desarrollo rural. En este contexto, las iniciativas de los promotores públicos o privados van dirigidas inicialmente a estructurar la producción de la quínoa a nivel

local, sin interesarse necesariamente por definir una estrategia nacional que implique una concurrencia con los actores de otras regiones, para definir una visibilidad y unos objetivos comunes, necesarios para el establecimiento de una política pública agrícola nacional respecto a la quínoa. Este hecho nos permite constatar que la quínoa tiene una cierta capacidad para actuar como "activador" para el desarrollo local de manera sostenible, ya que integra la dimensión territorial. Ciertamente, esto depende de la solidez y de la legitimidad de los promotores de los proyectos. Estas situaciones, diferentes según las estrategias de los actores locales, sirven para comparar las tres principales zonas geográficas de producción de quínoa en Chile y para proyectarse hacia una coordinación nacional de actores, principalmente de productores.

En este sentido, el proyecto IMAS¹ impulsó el desarrollo de un diálogo entre todos los actores a escala nacional, que reconozca las especificidades regionales para fomentarlas a través de un espacio de diálogo y reflexionar en conjunto sobre proyectos integrados.

Esto se traduce en una mesa nacional de la quínoa² en donde los actores del sector privado y público, a nivel local y nacional, se encuentren para compartir y construir nuevas acciones, favorecer las innovaciones, con el objetivo de consolidar una cadena de valor de la quínoa socialmente eficiente y espacialmente integrada e integradora.

Nuestro análisis nos permite determinar en qué medida un estudio de caso sobre este cultivo marginal en Chile, puede convertirse en una herramienta adecuada para el desarrollo territorial integrado, e interrogarnos sobre la relación entre los actores a diferentes escalas. 

1 Sitio web general del proyecto IMAS : <http://imas.agropolis.fr/>, y sitio desarrollado para el caso Chile.

2 <http://www.odepa.gob.cl/articulos/MostrarDetalle.action?idn=2410&idcla=12>

REFERENCIAS



Artículo: Quínoa: un cultivo aliado en la erradicación del hambre
Autor: Salomón Salcedo
Páginas: 10-13

Referencias del autor:

FAO. (2012). FAOSTAT. Retrieved May 2013, from <http://faostat.fao.org/>
 FAO. (2013). The State of Food and Agriculture 2013 – Food Systems for Better Nutrition. Rome.
 Salcedo, S. (2013, July). F@armletter. Retrieved from World Farmers Organization: http://www.wfo-oma.org/media/k2/attachments/WFO_Farmletter_07_2013.pdf



Artículo: El origen de la quínoa y la historia de su domesticación
Autor: Ángel Mujica
Páginas: 14-17

Referencias del autor:

Heiser, C.B. y Nelson, D.C. 1974. On the origin of the cultivated Chenopods (*Chenopodium*). Genetic 78:503-505. [int/doc/legal/cbd-es](http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es)



Artículo: Dinámica de la expansión mundial de la quínoa
Autor: Didier Bazile
Páginas: 18-21

Referencias del autor:

Bazile D. *et al.* (Editores), 2014. “Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), 710p.
 Bhargava Atul, Shukla Sudhir & Ohri Deepak (2006). *Chenopodium quinoa* -An Indian perspective. Industrial Crops and Products 23: 73–87.
 CDB (1992) Convenio sobre Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
 Jacobsen Sven-Erik (2003): The Worldwide Potential for Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Food Reviews International, 19 (1-2): 167-177
 Jellen R. and Maughan J., 2013. Quinoa phylogenetic insights based on nuclear and Chloroplast, International Quinoa Research Symposium.
 López-García R. 2007. Quinoa: A traditional Andean crop with new horizons. Cereal Foods World, 52, 88-90.
 National Research Council (NRC), (1989). Lost Crops of the Incas: Little Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation.
 Risi J. & Galway N. W. 1991. Genotype X Environment Interaction in the Andean grain crop quinoa (*C. quinoa*) in temperate environments. Plant Breeding, 107: 141-147.
 Schlick, G., and D. L. Bubenheim. 1996. Quinoa: Candidate crop for NASA's Controlled Ecological Life Support Systems. In: Janick, J., Eds. Progress in New Crops, ASHS Press: Arlington, USA, pp. 632-640.



Artículo: El aporte de las comunidades indígenas y locales en la conservación de la quínoa
Autores: Didier Bazile, Max Thomet
Páginas: 22-27

Referencias del autor:

Bazile D., Chia E., Hocdé H., Negrete Sepulveda J., Thomet M., Nuñez L., Martínez E.A. 2012. Quinoa heritagen an important resource for tourism experience. Revista geográfica de Valparaíso (46): 3-15.
 Fuentes F., Bazile D., Bhargava A., Martínez E.A. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in

Chile. *Journal of Agricultural Science*, 150 (6): 702-716.

Louafi S., Bazile D., Noyer J.L. 2013. Conserver et cultiver la diversité génétique agricole : aller au-delà des clivages établis. In: Hainzelin E. (Ed.). *Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture*. Versailles: Ed. Quae, p. 185-222.

Thomet M., Bazile D. 2013. The role of "curadoras" in the conservation of quinoa varieties in the Mapuche communities in southern Chile. In: Coudel E. (ed.), Devautour H. (ed.), Soulard C. (ed.), Faure G. (ed.), Hubert Bernard (ed.). *Renewing innovation systems in agriculture and food: How to go towards more sustainability?* Wageningen Academic Publishers, p. 174-175.



Artículo: INIA: hacia la conformación de una Colección Nacional de Quínoa

Autores: Pedro León-Lobos, Ana Sandoval, Enrique Veas, Hernán Cortés.

Páginas: 28-33

Referencias del autor:

Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA (2013). *Descriptores para quínoa (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres*. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia.

Rojas W, M. Pinto, C. Alanoca, L. Gómez-Pando, P. León-Lobos, A. Alercia, S. Diulgheroff, S. Padulosi y D. Bazile. (2014). Estado de la conservación *ex situ* de los recursos genéticos de quínoa Capítulo. 1.5. BAZILE D. *et al.* (Editores), 2014. Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia), páginas 65-94.



Artículo: Diversidad genética de la quínoa en Chile

Autores: Francisco Fuentes, Didier Bazile, Enrique Martínez

Páginas: 34-37

Referencias del autor:

Bazile D., Fuentes F. and Mujica A. 2013. Historical perspectives and domestication of quinoa. In: *Quinoa: Botany, Production & Uses*. A. Bhargava, S. Srivastava (ed). CABI Publisher, Wallingford, UK. ISBN: 9781780642260.

Fuentes F., Bazile D., Bhargava A. and Martínez E. A. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *The Journal of Agricultural Science* 150(6): 702-716.

Fuentes F., Martínez, E. A., Hinrichsen, P. V., Jellen, E. N., & Maughan, P. J. 2009. Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conservation Genetics* 10(2): 369-377.



Artículo: Programa de Mejoramiento Genético de Quínoa: la nueva apuesta de INIA

Autor: Christian Alfaro. *Colaboraron en este artículo los investigadores:* Andrés Zurita-Silva, Dalma Castillo, Pedro León-Lobos, Ivette Seguel, Jorge Díaz, Kurt Ruf, Manuel Pinto, Iván Matus.

Páginas: 38-41

Referencias del autor:

Bonifacio A., L. Gómez-Pando, y W. Rojas (2014) *Mejoramiento Genético de la Quínoa y el Desarrollo de Variedades Modernas*. Capítulo 2.5. En: BAZILE D. *et al.*, (Editores), "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia): pp. 203-226.

Bazile D., D. Bertero y C. Nieto (Eds., 2014). "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia), 724 pp., (disponible en <http://www.fao.org/3/a-i4042s/index.html>).

Fuentes, F., P. J. Maughan; E. R. Jellen (2009) *Diversidad genética y recursos genéticos para el mejoramiento de la quínoa, (Chenopodium quinoa Willd.)*. Revista Geográfica de Valparaíso, N° 42, p. 20-33.

Mellado M. 2014. Nociones básicas sobre genética y mejoramiento vegetal y animal. Revisión de antecedentes. Colección de libros INIA N°29, 292 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Quilamapu.

Von Baer I., D. Bazile y E. Martínez (2009). Cuarenta años de mejoramiento de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en La Araucanía: Origen de La Regalona-B. Revista Geográfica de Valparaíso 42: 34-44.

Palomino G., L. T. Hernández, E. D. Torres (2008). Nuclear Genome size and chromosome analysis in *Chenopodium quinoa* and *C. berlandieri* sub sp nuttalliae. *Euphytica* 164:221-230.

Zurita-Silva A., F. Fuentes, P. Zamora, S-E. Jacobsen and A. R. Schwember (2014). *Breeding quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): potential and perspectives*. *Molecular Breeding* 34:13-30.



Artículo: Sequía, frío y salinidad: respuesta de la quínoa al desafío ambiental

Autores: Andrés Zurita-Silva, Karina Ruiz

Páginas: 42-47

Referencias del autor:

Álvarez-Flores R. A. (2012). Réponses morphologiques et architecturales du système racinaire au déficit hydrique chez des *Chenopodium* cultivés et sauvages d'Amérique andine. Tesis de Doctorado. Université Montpellier 2, Montpellier, Francia. 114 p.

Biondi S, K. B. Ruiz, E. A. Martínez, A. Zurita-Silva, F. Orsini, F. Antognoni, G. Dinelli, I. Marotti, G. Gianquinto, S. Maldonado, H. Burrieza, D. Bazile, VI Adolf, S-E Jacobsen. Tolerancia a condiciones salinas. Capítulo 2.3. En: BAZILE D. *et al.* (Editores), "Estado del arte de la quínoa en el mundo en 2013": FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 167-184.

Jacobsen S., Monteros C. Christiansen J., Bravo L., Corcuera L., & Mujica A. (2005).

Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy*, 22 (2), 131–139.

Ruiz-Carrasco K.B., F. Antognoni, A.K. Coulbaly, S. Lizardi, A. Covarrubias, E.A. Martínez, M.A. Molina-Montenegro, S. Biondi y A. Zurita-Silva (2011). Variation in salinity tolerance of four lowland genotypes of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as assessed by growth, physiological traits, and sodium transporter gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry* 49: 1333-1341.

Zurita-Silva A., Jacobsen S-E, Razzaghi F., Álvarez-Flores R., Ruiz K.B., Morales A., Silva H. (2014). Respuestas a la sequía y adaptación de la Quinoa. Capítulo 2.4. En: BAZILE D. *et al.* (Editores), “Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): pp. 185-202.

Zurita-Silva A., F. Fuentes, P. Zamora, S-E Jacobsen, A.R. Schwember (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Molecular Breeding* 34:13-30.



Artículo: Procesamiento y manejo de post-cosecha del grano de quinoa
Autores: Enrique Veas, Hernán Cortes, Pablo Jara
Páginas: 52-55

Referencias del autor:
 FAO. 2001. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. 350 p.



Artículo: Diversidad de los cultivos de quinoa en Chile
Autores: Didier Bazile, Eduardo Chia, Pablo Olguín
Páginas: 56-61

Referencias del autor:

Bazile D. (ed.), Negrete Sepúlveda J. (ed.). 2009. Quinoa y biodiversidad: ¿cuáles son los desafíos regionales? *Revista Geográfica de Valparaíso* (42): 1-141.

Bazile D., Chia E., Hocdé H. 2012. Le détournement d'instruments de politiques publiques de développement rural au Chili au bénéfice de la production du Quinoa. *Reflète et perspectives de la vie économique* (Tome LI) : 35-56. <http://dx.doi.org/10.3917/rpve.512.0035>.

Bazile D., Martínez E.A., Hocdé H., Chia E. 2012. Primer encuentro nacional de productores de quinoa de Chile: Una experiencia participativa del proyecto internacional IMAS a través de una prospectiva por escenarios usando una metodología de “juego de roles”. *Tierra Adentro* (Chile) (97): 48-54.

Chia E., Hocdé H., Alfonso D., Bazile D., Núñez L., Martínez E. A. 2009. Gouvernance de la biodiversité du quinoa au Chili. Entre logique de marché et logique domestique. In: *Colloque International Localiser les produits: une voie durable au service de la diversité naturelle et culturelle de Sud?*, 9-11 juin 2009, Paris, France. 10 p. http://www.mnhn.fr/colloque/localiserlesproduits/11_Paper_CHIA_E.pdf

Olguín P., 2011. Dinámicas espaciales de los sistemas de producción de quinoa en la región del Libertador Bernardo O'Higgins de Chile, con relación a los factores económicos y del medio ambiente. Memoria para optar al título de geógrafo. PUCV, mayo 2011.



Artículo: ¿Es rentable la producción de quinoa en Chile? Un análisis desde los costos de producción
Autores: Enrique Martínez, Iván Donoso, Eduardo Chia
Páginas: 68-73

Referencias del autor:
 Alfonso-Bécares D., Bazile D. (2009). La quinoa como parte de los sistemas agrícolas en Chile: 3 regiones y 3 sistemas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:61-72.

Proyecto Innova CORFO 04CR9PAD04. “Cultivo doble propósito de *Chenopodium quinoa* (quinoa) para la región de Coquimbo: modelo de grano para consumo humano y

follaje para ganado caprino” (2005-2008).

Brossier J., Chia E., Marshall E., Petit M. (1998). Gestion de l'exploitation agricole familiale Éléments théoriques et méthodologiques. *Économie rurale* 244 :59-60.

Martínez E.A., Veas E., Jorquera C., San Martín R., Jara P. (2009) Re-introduction of *Chenopodium quinoa* Willd. into arid Chile: cultivation of two lowland races under extremely low irrigation. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 195:1-10.

Martínez, E.A., Jorquera-Jaramillo C., Veas E., Chia E. (2009). El futuro de la quinoa en la región árida de Coquimbo: lecciones y escenarios a partir de una investigación sobre su biodiversidad en Chile para la acción con agricultores locales. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:95-111.


Martínez E.A., Olguín P. (2013). Transparency from production to consumption: new challenges for the quinoa market chain. En: *Quinoa: Botany, Production and Uses* (A. Bhargava, Ed.) CABI Publishing, CAB International. Oxfordshire, UK. Pp.234-239.



Artículo: Mercado real y potencial de la quinoa en Chile
Autores: Rodrigo Pizarro, Enrique Martínez
Páginas: 74-78

Referencias del autor:
 Alfonso-Bécares D., Bazile D. (2009) La Quinoa como parte de los sistemas agrícolas en Chile: 3 regiones y 3 sistemas. *Revista Geográfica de Valparaíso* 42:61-72.

Bazile D., Baudron F. (2014). Dinámica de su expansión mundial del cultivo de la quinoa respecto a su alta biodiversidad. Capítulo Número 1.4. En: Bazile D. *et al.* (Editores), “Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013”: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD (Montpellier, Francia): pp. 49-64.

Vega-Gálvez A., Miranda M., Vergara J., Uribe E., Puente L., Martínez E.A. (2010) Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 2541-2547. 

Accesión: Se denomina así a la muestra viva de una planta o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso. Una especie puede estar representada por varias accesiones que se diferencian por la población a la que pertenecen y/o por la temporada de colecta.

Agricultura Orgánica: Modo de producción agrícola que no usa agrotóxicos de síntesis química artificial (pesticidas, herbicidas) dañinos al medio ambiente o al ser humano.

Alelo: Una, dos o más formas alternas de un gen que ocupan el mismo locus en un cromosoma.

Aminoácidos esenciales: Aquellas partes de las proteínas que el ser humano no puede fabricar a partir de otros alimentos y debe ingerirlas obligatoriamente en su dieta. Son ocho en total.

Amortización: Reducción de una deuda, producida por la compra de un bien de capital, mediante el pago mensual de cuotas.

Andro-esterilidad: Incapacidad de las plantas para producir anteras, polen o gametos masculinos funcionales.

Auto-incompatibilidad: Incapacidad de una planta hermafrodita para auto-fecundarse.

Autopolinización: Transporte del polen de la antera al estigma de la misma flor o flores del mismo individuo.

Biodiversidad agrícola o agro-biodiversidad: Considera todos los grupos vegetales y animales en agricultura, como sus parientes silvestres, especies de origen y especies que interactúan con ellas, como son los polinizadores, plagas, predadores, y toda la gama de medios donde se desarrolla la agricultura, y no sólo los espacios con tierras arables y parcelas cultivadas. Así, ella contiene toda la variedad y la variabilidad de los seres vivos que contri-

buyen a los alimentos y a la agricultura en general. La agro-biodiversidad incluye los genes, las poblaciones, las especies, las comunidades, los ecosistemas, y los componentes del paisaje, pero también las interacciones humanas con ellos; incluyendo hábitats y especies que están fuera de los sistemas agrícolas y que van a beneficiar a la actividad agrícola y mejorar las funciones del ecosistema cultivado.

Cañihuaco (Del Qechua): Harina tostada de cañihua.

Caracterización: El registro de caracteres altamente heredables que pueden ser fácilmente observados y expresados en todos los ambientes.

Chaquitaklla (Del Qechua): Herramienta manual para labranza del suelo.

Compuestos fenólicos: Son compuestos orgánicos de tipo secundario del metabolismo vegetal, y múltiples roles tales como productos de defensa ante herbívoros y patógenos, atraen polinizadores o dispersores de frutos, algunos absorben la radiación ultravioleta, o actúan como agentes alelopáticos.

Conductividad eléctrica (EC): la salinidad del suelo es medida por su conductividad eléctrica (electrical conductivity). La unidad estándar de medida de EC es deciSiemen/metro (dS/m).

Cosmopolita: En biogeografía, el término cosmopolita se aplica a especies que se encuentran distribuidas en todo el mundo, a manera general, pero que requieren de condiciones locales que les son comunes para las áreas en donde ocurren tales especies.

Defoliación: Caída de las hojas de las plantas.

Desaponificado: Eliminación mecánica de la cáscara de la semilla de quínoa, que contiene un producto jabonoso al contacto con el agua y amargo.

Diversidad genética: Toda la variabilidad hereditaria que existe dentro o entre poblaciones o especies, que se origina, favorece o mantiene por fuerzas evolutivas. Corresponde a toda la diversidad de alelos dentro de genes y genes como tal.

Domesticación: Conjunto de actividades dirigidas a incorporar una planta silvestre al acervo de plantas para el uso y consumo humano. Incluye el sistema de reproducción de la especie, los sistemas de cruzamiento y el manejo agrícola, y que pueden culminar con la especie domesticada dependiendo enteramente del ser humano para su propagación y perdiendo la capacidad de sobrevivir en la naturaleza.

Economías de escala: Reducción de costos de insumos (expresados en precios por kilo o por litro), por aumento de los volúmenes de compra de los mismos insumos, ligados a mayores niveles de producción.

Ecotipo: Población o raza local de una especie que presenta características botánicas distintivas, las cuales surgen de la interacción entre el genotipo y las características ecológicas del ambiente local.

Escarificación: Remoción de la cubierta externa de la semilla por efecto abrasivo.

Especies reactivas de oxígeno (ROS, Reactive Oxygen Species): son moléculas altamente reactivas, y se forman de manera natural como subproducto del metabolismo, con roles en la señalización celular e incluyen iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos. En estrés sus niveles pueden aumentar, resultando en daños significativos a las estructuras celulares (estrés oxidativo).

Estomas: son grupos de dos o más células epidérmicas, cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración en las hojas de la planta. Comunican el ambiente gaseoso del interior de

la planta con el del exterior, y pueden abrirse o cerrarse según las condiciones de la planta.

Fenotipo: Características observables de un individuo, resultantes de la expresión del genotipo en función de un determinado ambiente en que se desarrolla.

Fotosíntesis: Proceso que realizan plantas y otros organismos, de conversión de materia inorgánica (CO₂, H₂O) en materia orgánica (carbohidratos) gracias a la energía que aporta la luz.

Género: Categoría que reúne a especies afines, con características y origen común.

Genotipo: Constitución genética, latente o expresada de un organismo. Representa la suma de todos los genes presentes en un individuo.

Germoplasma: Conjunto de genes que se transmite a la descendencia. Constituye un patrimonio genético estratégico para generar nuevos productos.

Glucósidos: Compuestos que poseen algunas plantas y son nocivos para la salud.

Gluten: Conjunto de proteínas presentes en las harinas de los cereales.

Hibridación: Cruzamiento de dos individuos de la misma especie, o variedad genotípicamente desiguales.

Marcador molecular: Secuencias de ADN que marcan posiciones específicas en el genoma y que pueden determinar, según su naturaleza, la expresión de proteínas, caracteres morfológicos o segmentos específicos de ADN.

Metapoblación: Conjunto de poblaciones discretas de una misma especie, separadas espacialmente y vinculadas por un cierto grado de migración y, sujetas a procesos de extinción y colonización.

Panoja: Conjunto de flores, simples o

compuestas, con un eje más o menos alargado, que lleva ramificaciones donde se insertan las flores pediceladas.

Pedicelo: Es el tallo que sostiene una sola flor y que la une a la planta.

Polinización Cruzada: Transporte de polen de la antera de un individuo al estigma de la flor de otro individuo de una misma especie de planta.

Postcosecha: Intervalo entre la cosecha y el consumo del cultivo. Se realizan procesos dirigidos a mantener la calidad del producto agrícola, incluyendo su procesamiento, manejo, almacenamiento, conservación, empaque y transporte. Como su nombre lo indica, posteriormente al periodo de cosecha.

Recursos genéticos: Todas las plantas, animales o microorganismos de valor de uso real o potencial para el ser humano.

Regeneración: Cultivo de accesiones de semillas con el fin de refrescar la muestra, para así obtener semillas en gran cantidad y alta calidad.

Revolución verde: Proceso de modernización de las prácticas agrícolas iniciado en la década del '40 en México. Fue impulsado por el Dr. Norman E. Borlaug, científico estadounidense, preocupado por las recurrentes hambrunas y falta de alimentos en los países subdesarrollados. Dado su éxito en incrementar la producción agrícola, las tecnologías desarrolladas en la Revolución Verde se ampliaron a escala mundial, principalmente en la década de los 50 y 60, asociándose con el aumento de la mecanización y del uso de químicos. Resultando un incremento significativo en rendimiento y cantidad de calorías por hectárea cultivada.

Saponina: Grupo de glucósidos triterpenoides solubles en agua. Poseen la capacidad de bajar la tensión superficial generando espuma abundante.

Sistemas de producción agrícola: Se definen como el conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización de la población para producir uno o más productos agrícolas y pecuarios. Estos sistemas, complejos y dinámicos, están fuertemente influenciados por el medio rural externo, incluyendo mercado, infraestructura y programas, por lo que facilitan la evaluación ex ante de inversiones y políticas concernientes con la población rural

Tetraploide: Presencia de cuatro juegos de cromosomas en el núcleo.

Tocoferol: Compuesto orgánico conocido como Vitamina E, del cual el gamma-tocoferol es una de las formas más comunes en los alimentos. Los tocoferoles tienen propiedades antioxidantes.

Vacuola: Son compartimentos que se encuentran en las células vegetales, rodeadas de una membrana (tonoplasto o membrana vacuolar) y llenas de jugo celular.

Valor FOB: Valor del producto exportado puesto a bordo del medio de embarque (del inglés: Freight On Board, cargado a bordo).

Variabilidad genética: Variación en el material genético de una población o especie, y muy necesaria para realizar mejoramiento genético de un cultivo.

Varietal tradicional (landraces en inglés): Población dinámica de una planta cultivada, con origen histórico, características distintivas, y que no es producto de un proceso formal de mejoramiento genético, siendo normalmente genéticamente diversa, localmente adaptada y está asociada a un sistema tradicional de cultivo.

Xilema: Tejido leñoso de plantas que conduce agua y sales inorgánicas en forma ascendente por toda la planta y proporciona soporte mecánico. 